

**Уважаемые студенты и студентки!**  
**В этом списке ключевых понятий, определений и теорем по различным темам предлагается выучить и знать наизусть формулировки и формулы.**

**На основе семинаров по теоретической механике МФТИ преподавателя Семендяева Сергея Вячеславовича.**

#### **Семинар №1.**

##### **ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ АНАЛОГИИ**

**Стационарно заданные системы: консервативные, гироскопические, диссипативные (определенно-диссипативные).**

**Функция Релея. Уравнения Лагранжа.**

**Электромеханические аналогии на примере простейшей схемы.**

**Постулат Максвелла.**

#### **Семинар №2.**

##### **РАВНОВЕСИЕ СКЛЕРОНОМНЫХ СИСТЕМ**

**Положение равновесия.**

**Принцип виртуальных перемещений. Принцип возможных перемещений. Различие формулировок.**

**Идеальные связи.**

**Принцип освобожденности от связей.**

**Условие равновесия для консервативных систем.**

##### **УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ КОНСЕРВАТИВНЫХ СИСТЕМ**

**Устойчивость и асимптотическая устойчивость.**

**Теорема Лагранжа (Лагранжа-Дирихле).**

**Первая теорема Ляпунова.**

**Вторая теорема Ляпунова.**

**Теорема Четаева. Однородность функции.**

#### **Семинар №3.**

##### **МАЛЫЕ КОЛЕБАНИЯ КОНСЕРВАТИВНЫХ СИСТЕМ**

**Малые колебания и линеаризация системы.**

**Положительная определенность форм кинетической и потенциальной энергии.**

**Процедура построения решения для системы с малыми колебаниями.**

**Вековое уравнение частот. Характеристический полином. Собственные частоты.**

**Общее решение для системы с малыми колебаниями.**

**Амплитудные векторы и их свойства: линейная независимость,  $A(C)$ -ортогональность, определенность направления, неопределенность модуля.**

**Главные колебания. Форма главных колебаний по амплитудным векторам. Фаза, противофаза. Максимальное число узлов.**

**Главные (нормальные) координаты. Запись кинетической и потенциальной энергии в главных координатах. Уравнения движения и решения.  $A(C)$ -ортонормированность. Ранг системы в случае кратных собственных частот.**

#### **Семинар №4.**

##### **МАЛЫЕ КОЛЕБАНИЯ КОНСЕРВАТИВНЫХ СИСТЕМ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)**

**Угадывание амплитудных векторов в случае симметрии системы. Упрощение расчетов. Отсутствие необходимости записи векового уравнения для поиска частот.**

#### **Семинар №5.**

##### **АСИМПТОТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ РАВНОВЕСИЯ ДИССИПАТИВНЫХ СИСТЕМ**

**Асимптотическая устойчивость. Отрицательность действительной части корней характеристического уравнения (Гурвицев полином). Общий вид решений. Необходимое условие асимптотической устойчивости.**

**Критерий Рауса-Гурвица.**

**Критерий Рауса-Гурвица в форме Ляенара-Шипара.**

**Геометрический критерий Михайлова. Построение годографа Михайлова. Общий вид годографа Михайлова в случае устойчивости для различных степеней характеристического полинома. Поиск корней слева и справа от мнимой оси.**

#### Семинар №6.

#### **ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ СКЛЕРОНОМНЫХ СИСТЕМ**

Общее решение: решение однородной системы и решение частное.

Принцип суперпозиции.

Алгебраическое дополнение и определитель матрицы коэффициентов линейной системы. Правило Крамера.

Амплитудно-фазовые характеристики. Амплитудные, фазовые характеристики.

Одномерный случай. Нулевой декремент затухания.

Резонанс. Собственные, сопровождающие, вынужденные колебания.

Главные координаты. Запись вынуждающих сил в главных координатах.

#### Семинар №7.

#### **УРАВНЕНИЯ ГАМИЛЬТОНА И СКОБКИ ПУАССОНА.**

Расширенное фазовое пространство. Функция Гамильтона (Гамильтониан). Канонические уравнения Гамильтона (гамильтонова система).

Первые интегралы. Количество функционально независимых первых интегралов. Поиск первых интегралов.

Циклические координаты. Понижение порядка системы.

Скобки Пуассона. Свойства.

Теорема Якоби-Пуассона.

Отделимые координаты.

#### Семинар №8.

#### **ПРИНЦИП ГАМИЛЬТОНА. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ИНВАРИАНТЫ.**

Прямой путь. Окольный путь.

Действие по Гамильтону. Принцип Гамильтона.

Сопряженные кинетические фокусы.

Интегральные инварианты.

Трубка прямых путей.

Основной относительный интегральный инвариант

Пуанкаре-Картана.

Изохронный контур. Универсальный интегральный инвариант Пуанкаре.

Теорема Ли Хуачжуна.

Фазовый объем. Теорема Лиувилля.

Статистический ансамбль. Плотность статистического ансамбля.

#### Семинар №9.

#### **КАНОНИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**

Канонические преобразования.

Критерий каноничности. Валентность. Производящая функция. Унивалентность.

Свободные канонические преобразования. Структурные формулы. Поиск производящей функции и валентности из условия интегрируемости системы структурных формул.

Другие возможности выбора переменных и требования.

Полусвободные канонические преобразования. Структурные формулы.

Функция Гамильтона при канонических преобразованиях.

Вариационная симметрия. Теорема Эмми Нетер.

#### Семинар №10.

#### **УРАВНЕНИЕ ГАМИЛЬТОНА-ЯКОБИ**

Уравнение Гамильтона-Якоби. Запись импульса через производящую функцию свободного унивалентного преобразования.

Полный интеграл уравнения Гамильтона-Якоби.

Решения: главная и полуглавная функции Гамильтона.

Другие решения. Отделение (разделение) переменных.

Уравнения движения в полном виде.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Айзерман М.А. Классическая механика. – М.: Наука, 1974, 1980.
- [2]. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической динамике. 3-е издание. – М.: Наука, 2001.
- [3]. Яковенко Г.Н. Краткий курс аналитической динамики. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004.
- [4]. Журавлев В.Ф. Основы теоретической механики. 2-е издание – М.: Наука, 2001.
- [5]. Маркеев А.П. Теоретическая механика. – М.: Наука, 1990.
- [6]. Ярошевский В.А. Лекции по теоретической механике. Учебное пособие. – М.: МФТИ, 2001.

Дополнительная литература:

- на сайте кафедры теоретической механики

<http://teormech.fizteh.ru> или <http://teormech.mipt.ru>

- методические пособия.